

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Komposit**

##### **2.1.1 Pengertian Komposit**

Komposit adalah kombinasi dua material atau lebih, menurut Astika, dkk (2013) “komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai pengisi dan lainnya sebagai fasa penguat.” Widodo (2008) juga menyatakan bahwa “komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda.” Mengkombinasikan dua material atau lebih untuk membentuk komposit ini dilakukan untuk mendapatkan suatu bahan yang mempunyai sifat mekanik sesuai dengan apa yang diinginkan dan untuk diaplikasikan diberbagai bidang.

Pengaplikasian bahan komposit saat ini sudah banyak diberbagai bidang, antara lain : Peralatan olahraga yang sering dijumpai seperti raket badminton, pemukul golf dan tenis. Dalam bidang transportasi darat juga sudah banyak dijumpai seperti bodi-bodi sepeda motor, bumper mobil, dan bahan untuk lantai ataupun dinding kereta api yang sudah menggunakan bahan komposit. Di bidang lainnya juga bisa digunakan sebagai rompi anti peluru dan pancing ikan yang membutuhkan sifat bahan yang kuat dan ulet

dalam pemakaiannya. Komposit juga sudah mampu bersaing dengan bahan konvensional lainnya. Komposit dapat dibuat sehingga mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sama dengan baja, tetapi lebih ringan hingga 70%, bahan komposit lainnya seperti karbon epoxy tiga kali lebih kuat dibandingkan bahan aluminium (bahan yang digunakan dalam pesawat), serta 60% lebih ringan.

Faktor lain yang membuat bahan plastik ini menarik untuk aplikasi pemesinan memungkinkannya peningkatan kekuatan plastik dengan penguat maupun dengan serat sesuai tujuan yang diinginkan, disamping itu pula plastik juga memiliki sifat ketahanan kimia (*chemical resistance*) yang baik. Kombinasi material tersebut mempunyai fungsi masing-masing, material yang satu berfungsi sebagai penguat (*reinforcement*) dan material yang lain berfungsi sebagai pengikat (*matrix*).

### **2.1.2 Bahan Penguat (*Reinforcement*)**

Pada umumnya komposit terdiri dari dua bahan/material pokok, yakni penguat (*reinforcement*) dan matriks. *Reinforcement* adalah bahan pada komposit yang berfungsi sebagai penopang utama kekuatan komposit, sedangkan matriks berfungsi untuk mengikat dan menjaga *reinforcement* agar tetap pada tempatnya (di dalam struktur).

Sesuai dengan namanya, penguat (*reinforcement*) berfungsi sebagai penopang utama kekuatan komposit. Beban yang diterima oleh komposit hampir seluruhnya diterima oleh *reinforcement* ini, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari jenis bahan

yang digunakan sebagai *reinforcement*. Sesungguhnya, beban yang diterima oleh komposit tidak langsung diterima oleh *reinforcement*, namun terlebih dahulu diterima oleh bahan matriks, kemudian beban yang diterima oleh matrik diteruskan/ditransfer ke *reinforcement*. Oleh karena itu bahan *reinforcement* harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit.

Diameter serat juga memegang peranan yang sangat penting dalam memaksimalkan tegangan. Makin kecil diameternya akan memberikan luas permukaan per satuan berat yang lebih besar, sehingga akan membantu transfer tegangan tersebut. Semakin kecil diameter serat (mendekati ukuran kristal) semakin tinggi kekuatan bahan serat. Hal ini dikarenakan cacat yang timbul semakin sedikit. Serat yang sering dipakai untuk membuat komposit antara lain: serat gelas (*fiberglass*), serat karbon (*fiber carbon*), serat logam (*whisker*), serat alami, dan lain sebagainya.

### **2.1.3 Matrik (Resin)**

Secara umum resin adalah bahan yang diperkuat serat, resin bersifat cair dengan viskositas yang rendah, yang akan mengeras setelah terjadinya proses polymerisasi. Matrik dalam bahan komposit berperan sebagai pengikat penguat, bagian sekunder yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan matrik pembentuknya. Adapun fungsi sekunder dari matrik adalah :

- Sebagai pendukung beban.
- Memberikan sifat-sifat lain dalam komposit.

- Memberikan insulasi kelistrikan pada komposit, tetapi ini tergantung dari matrik yang digunakan.

Fungsi matriks adalah sebagai pengikat serat, pelindung, transfer beban, dan pendukung serat. Pada Komposit Serat (*Fibrous Composite*) matriks yang digunakan adalah resin polyester- Yukalac 157 BQTN (yang berfasa cair). Matriks harus mampu berdeformasi seperlunya sehingga beban dapat diteruskan antar serat. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Serat>).

**Tabel 1.** Spesifikasi Resin Polyester Yukalac 157 BQTN-EX.

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat Jenis	-	1,215	25 <sup>0</sup> C
Kekerasan	—	40	Barcol/GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	°C	70	
Penyerapan air	%	0,188	24 jam
( suhu ruang)	%	0,466	7 hari
Kekuatan Fleksural	kg/mm <sup>2</sup>	9,4	—
Modulus Fleksural	kg/mm <sup>2</sup>	300	—
Daya Rentang	kg/mm <sup>2</sup>	5,5	—
Modulus Rentang	kg/mm <sup>2</sup>	300	—
Elongasi	%	1,6	—

Untuk resin (matriks) yang akan saya gunakan yaitu resin polyester karena mempunyai ketahanan kimia yang baik, pada umumnya kuat terhadap asam dan tahan terhadap panas yang cukup baik. Resin ini berupa cairan dengan viskositas yang relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengeseran seperti banyak resin thermoset lainnya.

## **2.2 Serat Alam**

Serat alam yaitu serat yang berasal dari alam (bukan buatan ataupun rekayasa manusia). Serat alam atau bisa dibilang sebagai serat alami ini yang biasanya didapat dari serat tumbuhan (pepohonan) seperti pohon bambu, pohon kelapa, pohon pisang serta tumbuhan lain yang terdapat serat pada batang maupun daunnya. Serat alam yang berasal dari binatang, antara lain sutera, ilama dan wool.

Penelitian dan penggunaan serat alami berkembang dengan sangat pesat dewasa ini karena serat alami banyak memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat buatan (rekayasa), keunggulan dari serat alami seperti beban lebih ringan, bahan mudah didapat, harga relatif murah dan yang paling penting ramah lingkungan terlebih Indonesia memiliki kekayaan alam yang begitu melimpah. Penggunaan serat alami dewasa ini sudah merambah berbagai bidang kehidupan manusia, layaknya serat buatan, serat alami juga mampu digunakan sebagai modifikasi dari serat buatan.

## **2.3 Serat Daun Nanas**

Serat daun nanas memiliki kekuatan mekanik yang relatif baik dibandingkan dengan serat alam lainnya seperti yang terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kekuatan mekanik serat alam.

Sifat	Rami	Pisang	Nanas
Diameter (mm)	-	80 - 250	20 - 80
Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	1.3	1.35	1.44
Selulosa (%)	61	65	81
Lignin	12	6	12
E (GN/m <sup>2</sup> )	-	8 - 20	34 - 82
Elongasi (%)	1 – 1.2	1 – 1.3	0.8 – 1.6

Prosentase hemi-selulosa dan lignin serta zat-zat lain yang terkandung pada serat daun nanas (debu dan ekstraksi alkohol-benzena) merupakan zat-zat yang harus dikurangi atau dihilangkan jika serat daun nanas dijadikan penguat pada komposit. Ada dua cara yang biasanya digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan zat-zat tersebut yaitu water retting dan degumming. Selain itu, untuk membersihkan dan memodifikasi permukaan serat dengan menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan adhesi antarmuka antara serat alami dan matriks polimer dilakukan proses alkali. Dalam penelitian ini, NaOH dipakai sebagai larutan pada proses alkali. Tabel 3 menunjukkan komposisi kimia serat daun nanas setelah diberi perlakuan kimia.

**Tabel 3.** Komposisi kimia serat daun nanas setelah diberi perlakuan kimia.

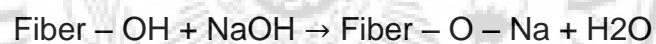
Komposit Kimia	% Komposit	
	Water Retting	Degumming
Alpa – selulosa	87.36	94.31
Hemi – selulosa	4.58	2.26
Lignin	3.62	2.75
Ash	0.54	0.37
Ekstraksi alkohol – benzena	2.72	0.77

Pada Tabel 2 dan 3 dapat dilihat bahwa setelah proses perlakuan alkali, prosentase zat yang dapat mengurangi kekuatan serat pun berkurang seperti lignin dan hemi-selulosa. Berkurangnya zat tersebut sangat penting karena pada struktur serat alam agar terbuka dan dapat bergabung atau merekat secara maksimal dengan polimer. Kekuatan pada komposit dari gabungan antara polimer dan serat daun nanas ini ada pada ikatan Hydroxil, karena dengan ikatan tersebut serat dapat merekat dengan baik dan membuat rantai ikatan yang meningkatkan kekuatan mekanik dari komposit. Kendala yang mungkin terjadi pada ikatan ini adalah serat alam memiliki sifat alami sebagai penyerap kelembaban, dimana polimerisasi dari resin polyester adalah polimerisasi kondensasi yang menghasilkan air.

Pengambilan daun nanas yang diperoleh dari kabupaten Blitar, Jawa Timur dipilih dengan panjang rata-rata 5cm. Daun nanas tersebut dicuci dengan bersih untuk menghilangkan kotoran dan kemudian dilakukan pengambilan serat dengan panjang rata-rata 3cm. Setelah serat

berhasil diperoleh, serat tersebut dikeringkan di bawah cahaya matahari kira-kira 12 jam atau sampai kering kemudian direndam dengan larutan NaOH dengan konsentrasi larutan 5% selama 2 jam (Rihendra dkk, 2017). Setelah selesai direndam, serat dicuci lagi dengan air bersih dengan tujuan untuk menghilangkan larutan NaOH yang menempel pada serat. Kemudian serat dikeringkan lagi selama 3 jam di bawah cahaya matahari maka serat telah bisa digunakan untuk bahan pembuatan komposit yang digunakan sebagai penguat.

Mengapa memilih NaOH karena “NaOH merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna” (Nurudin, dkk 2011). Reaksi berikut menggambarkan proses yang terjadi saat perlakuan alkali pada serat:



**Gambar 1.** Proses Perlakuan Alkali (Maryanti, dkk, 2011: 125)

NaOH yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 5% berdasarkan penelitian Nurudin, dkk(2011) “perlakuan alkalisasi serat menggunakan NaOH 5% selama 2 jam memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik”. Dalam penelitian ini fraksi volume serat daun nanas yang digunakan sebagai variasi sebesar 10%, 15%, 20% dan 25% yaitu berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, fraksi campuran serat berkisar antara 0% sampai 50%. Jadi dalam penelitian ini peneliti



mengambil variasi 10%, 15%, 20% dan 25% untuk penambahan fraksi volume serat daun nanas.

## 2.4 Kekuatan Impak

Kekuatan impak adalah ketahanan terhadap tegangan yang datang secara tiba-tiba. Polimer mempunyai kekuatan impak jika kuat saat dipukul dengan keras secara tiba-tiba. Dasar pengujian impak ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Kekuatan impak dilakukan untuk mengetahui kegetasan bahan polimer. Kekuatan impak bahan polimer lebih kecil daripada kekuatan impak logam. Bahan polimer menunjukkan penurunan besar pada kekuatan impak kalau diberi regangan pada pencetakannya.

Uji impak ini bertujuan untuk menguji ketahanan sampel terhadap benturan akibat dijatuhkannya pemberat secara vertikal ke permukaannya. Harga impak yang dihasilkan ( $I_s$ ) merupakan perbandingan antara energi yang diserap ( $E_s$ ) dengan luas penampang ( $A$ ). Kekuatan impak dapat dihitung dengan persamaan:

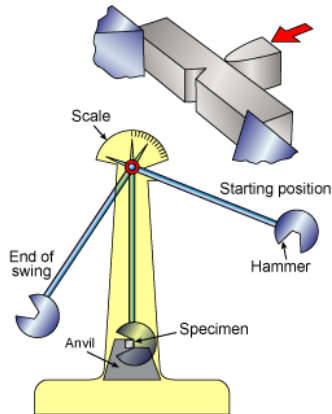
$$I_s = \frac{E_s}{A}$$

Dengan:

$I_s$  = Kuat Impak ( $\text{J.m}^{-2}$ )

$E_s$  = Energi Serap (J)

$A$  = Luas Permukaan ( $\text{m}^2$ )



**Gambar 2 : Pengujian Impak (*Impact Test*)**

#### **2.4.1 Jenis-jenis Metode Uji Impak**

Secara umum metode pengujian impak terdiri dari dua jenis yaitu:

1. Metode *Charpy*

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan.

2. Metode *Izod*

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi, dan arah pembebanan searah dengan arah takikan.

#### **2.5 Kegagalan Komposit**

Suatu struktur dianggap gagal apabila struktur tersebut tidak dapat berfungsi lagi dengan sempurna. Pada sebuah struktur pembebanan yang kecil mungkin hanya berakibat terjadinya deformasi yang kecil, namun pada struktur yang lain sudah mengakibatkan kegagalan. Hal tersebut terjadi karena perbedaan sifat mekanik tiap-tiap bahan pada komposit yang

terdiri dari dua komponen utama kegagalan bisa dimulai dari salah satu komponen atau keduanya.

Kegagalan yang dapat terjadi yaitu:

1. Kepatahan pada serat (*Fiber Breaking*).
2. Lepasnya serat dari matrik (*Fiber Pull-Out atau Debonding*).
3. Retak mikro pada matrik (*Matrix Mikrocracking*).
4. Terlepasnya lamina dari laminate (*Delamination*).

## 2.6 Polyester

Polyester adalah polimer termosetting yang terbentuk jika dicampur dengan *catalyzing agent* atau yang biasa disebut dengan “*hardener*”. Polyester dikenal karena daya adhesinya yang sangat baik, daya tahan panas yang cukup tinggi, serta mempunyai sifat mekanik (*Mechanical Properties*) dan sifat isolasi listrik yang baik. Polyester telah dipergunakan secara umum oleh masyarakat pada bidang otomotif dan industri. Harga polyester yang relatif murah dengan daya adhesi yang baik menjadi alasan bagi masyarakat untuk menggunakannya sebagai penguat serat (*fiber reinforcement*) pada fiberglass atau sebagai bagian dari komposit.

Resin polyester merupakan jenis material polimer *thermosetting*. Matriks ini dapat menghasilkan keserasian antara matrik dengan serat melalui mengontrol factor jenis dan jumlah komponen, katalis, waktu dan suhu. Sifatnya yang tahan dengan creep, sangat memadai sebagai perekat struktur berbeban berat, tahan dengan radiasi serta tahan dengan kondisi suhu yang tinggi.

## 2.7 Bahan Tambahan Penyusun Komposit

Selain bahan pengikat dan bahan penguat, material komposit juga tersusun dari beberapa bahan tambahan lainnya. Bahan tambahan tersebut memiliki berbagai fungsi sesuai dengan jenisnya yaitu:

### 1. Aditif

Berupa bahan tambahan yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan proses atau untuk mengubah kualitas dan sifat produk dengan menambahkan bahan tersebut pada bahan pokok yaitu polymer (resin). Bahan aditif yang biasa dipakai adalah Pengisi atau *Filler*, *Filler* merupakan material padat yang ditambahkan pada polymer dan biasanya dalam bentuk partikel atau serat untuk mengubah sifat-sifat mekaniknya atau untuk mengurangi harga material. Alasan yang lain dalam penggunaan *filler* adalah untuk memperbaiki stabilitas bentuk dan panas. Contoh pengisi yang digunakan dalam polymer yaitu : serat selulosik dan bedak (*powder*), bedak silica dan kalsium karbonat.

### 2. Katalis (*Hardener*)

Adalah bahan yang memungkinkan terjadinya proses *curing*, yaitu proses pengerasan terhadap resin. *Hardener* ini terdiri dari dua bahan yaitu katalisator dan *accelerator*. Katalisator dan *accelerator* akan menimbulkan panas, pengaruh panas ini diperlukan untuk mempercepat proses pengeringan sehingga bahan menjadi kuat. Namun apabila panasnya terlalu tinggi maka akan merusak ikatan antar molekul dan juga akan merusak seratnya.

#### a. Katalisator

Katalisator adalah bahan yang mempercepat terbukanya ikatan rangkap molekul polimer kemudian akan terjadi pengikatan antar molekul-molekulnya.

*b. Accelerator*

*Accelerator* adalah bahan yang mempercepat terjadinya ikatan-ikatan yang diantara molekul yang sudah mempunyai ikatan tunggal dan untuk mempercepat proses pengerasan.

Bahan tambahan utama adalah katalis (*hardener*). Katalis merupakan zat *curing* (mengeraskan cairan resin) bagi sistem perekat. Pengeras bergabung secara kimia dengan bahan rekatannya. Pengeras berupa *monomer*, *polimer* atau senyawa campuran. Katalis juga dipergunakan sebagai zat curing bagi resin thermoset, mempersingkat waktu curing dan meningkatkan waktu silang polimernya. Semakin banyak katalis, reaksi curing akan semakin cepat. Tetapi kelemahan katalis akan menimbulkan panas yang tinggi pada saat curing sehingga akan merusak produk yang dibuat. Produk tersebut dapat menjadi bahan komposit getas/rapuh. Dengan demikian, pemberian katalis dibatasi berkisar 1% - 2% dari berat resin.(Aris, 2015)

Katalis yang digunakan dalam penelitian ini memiliki senyawa *MEKPO* yaitu senyawa *Metyl Etyl Keton Peroksida* yang berfungsi untuk memudahkan saat pelepasan komposit dari cetakan.